

# МЕХАНИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ИЗУЧЕНИИ СТАДИЙНОСТИ ДЕГРАДАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ СТАЛЕЙ

**Яковенко А.А.**

*Руководитель – проф., д.т.н. Чуканов А.Н.*

ГОУ ВПО «Тульский государственный университет», г. Тула

AlexYakovenk@gmail.com

Деградация и эволюция локализованных зон концентрации напряжений (ЛЗКН) определяют переход материала в предельное состояние и разрушение. Состояние ЛЗКН оценивали по изменению в них динамики дефектов кристаллического строения. Её фиксируют (в объеме и ЛЗКН) методами *внутреннего трения* (ВТ) [1, 2]. Температурный спектр ВТ - комплекс неупругих эффектов (НЭ), отражающих изменение динамических характеристик дефектов, фазового состава, перераспределение растворенных и собственных атомов, формирование в ЛЗКН суб- и микронесплошностей. Преимущество ВТ в фиксации как интегральных (в объеме образца), так и локальных (ЛЗКН) параметров.

**Цель исследования** – изучение стадийности деградации и зарождения разрушения в ЛЗКН по изменению параметров ВТ.

**Объекты:** сталь марки Ст3 и сплав  $Fe + 0,09 \% C$ . Образцы деформировали и насыщали водородом. Анализировали амплитудные и температурные зависимости ВТ, полученные при низко- ( $f \sim 1 \text{ c}^{-1}$ ) и среднечастотных ( $f \sim 1 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$ ) измерениях в диапазоне от -100 до 500 °С. Параллельно измеряли динамический модуль нормальной упругости ( $E$ ). Идентифицировали НЭ: водородную релаксацию Снука-Кестера; релаксацию Снука ( $C,N$ ); дислокационно-примесную релаксацию Снука-Кестера; деструкционный эффект, связанный с изменением дислокационной динамики в ЛЗКН. Оценивали термоактивационные параметры НЭ ( $Q_m^{-1}$ ,  $T_m$ ,  $Q_f^{-1}$ ,  $H$ ) в зависимости от степени деформации и длительности наводороживания. Для выявления стадий повреждаемости за основу была взята модель Л. Р. Ботвиной [3].

Выявили следующие стадии деградации и эволюции ЛЗКН при деформировании:

1) *микротекучести* ( $(0,35 \dots 0,7)\sigma_e$ , – в твердом растворе уменьшается концентрация  $C, N$ ; увеличивается энергия связи дислокаций с примесными атомами; растет количество осциллирующих субмикронесплошностей (модуль упругости падает на 15 %, высота деструкционного максимума растёт ( $Q_m^{-1} = 2,4 \cdot 10^{-4}$ );

2) *накопления дефектов* ( $(0,7 \dots 0,85)\sigma_e$  – рост количества подвижных дислокаций превалирует над процессом блокировки. В итоге – падение плотности и микроразрыхление материала;

3) *слияния дефектов*  $((0,85...0,97)\sigma_s$  – формируются заблокированные дислокационные скопления, порождающие ЛЗКН;

4) *локализованного разрушения*  $((0,97...1)\sigma_s$  – высота деструкционного максимума и модуль упругости интенсивно падают, за счет образования микротрещин. Развиваются макротрещины. Аналогичную стадийность и характер изменения параметров ВТ в ЛЗКН фиксировали и после коррозионного воздействия в ходе электролитического насыщения водородом.

Используемые литературные источники:

1. Чуканов А.Н., Яковенко А.А.//XIX Петербургские Чтения по проблемам прочности. СПб, Россия, (13 – 15 апреля 2010 г.), Сб. матер., Часть 1,- С. 237-239.

2. Чуканов А.Н., Яковенко А.А.//Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки.- 2010. - Т.15. - Вып.-3. – С.-985-986.

3. Жаркова Н.А., Ботвина Л.Р., Тютин М.Р. //Металлы. 2007. №3. С. 64-71.